

## 答 弁 書

特許庁審査官 殿



## 1. 国際出願の表示

PCT/J P 2 0 0 4 / 0 1 6 3 2 5

## 2. 出願人

名 称 株式会社光コム研究所 OPTICAL COMB INSTITUTE, INC.

あて名 〒145-0061

日本国東京都大田区石川町 1 - 3 8 1 東京工業大学大岡山イ  
ンキュベーションセンター

Tokyo Institute of Technology Incubation Center,

1-381, Ishikawacho, Oota-ku,

TOKYO 145-0061 JAPAN

国 籍 日本国 JAPAN

## 3. 代 理 人

氏 名 (6773) 弁理士 小池 晃 KOIKE Akira

あて名 〒100-0011

日本国東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 7 号

大和生命ビル 1 1 階

11th Floor, Yamato Seimei Bldg.,

1-7, Uchisaiwai-cho 1-chome, Chiyoda-ku,

TOKYO 100-0011 JAPAN

4. 通知の日付 22. 02. 2005

## 5. 答弁の内容

5-1. 審査官は、22. 02. 2005 付け見解書において、請求項の範囲 4-7 と請求項の範囲 9-12 は、発明の単一性を満足しないとの見解を示された。具体的には、『請求項の範囲 1-12 に係る発明の共通事項は「所定の周波数の変調信号を発振する発振手段と上記変調信号によって光の位相を変調する変調手段を備えていること」であると認められる。

しかし、前記共通事項は例えばＪＰ８－１６６６１０Ａに記載され公知であり、前記共通事項を先行技術にて貢献する技術的特徴と認めることはできない。

請求の範囲４－７の「特別な技術的特徴」は「変調信号を反射させるための手段を有した周波数コム発生器」に関し、請求の範囲９－１２の「特別な技術的特徴」は「偏光方向に応じて分離する分離手段と、上記分離された各光の偏光方向を同一方向へ制御する制御する偏光制御手段を備えた光変調器」に関するものであると認められる。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成する用に関連しているとは認められない。』旨を指摘された。

また、審査官殿は、上記見解書において、

文献１：ＪＰ８－１６６６１０Ａ

文献２：ＪＰ１１－１８２８５８Ａ

文献３：ＪＰ２００３－２２８０３３Ａ

文献４：ＪＰ５－３２３２６５Ａ

文献５：ＪＰ７－１５９８２０Ａ

文献６：ＪＰ２００２－１５６６６９Ａ

を引用し、本件出願に関し、請求の範囲１－３，８は新規性無しとの見解を示され、本願の請求の範囲１－１２は進歩性無しとの見解を示された。

具体的には、「請求の範囲１－３，８に記載された発明は、国際調査で引用された文献１から新規性を有さない。本願の請求の範囲１－３，８に記載された発明は、文献１に開示されている。」旨を指摘された。

また、「請求の範囲４，５に記載された発明は、国際調査で引用された文献１および文献２より進歩性を有しない。文献１の発明において、文献２に記載の印加電気信号のタイミングを調整する方法を適用することは、当業者にとって容易である。」旨を指摘された。

また、「請求の範囲６，７に記載された発明は、国際調査で引用された文献１および文献３より進歩性を有しない。文献１の発明において、文献３に記載の自

由端による反射の構成を適用することは、当業者にとって容易である。」旨を指摘された。

さらに、「請求の範囲 9－12 に記載された発明は、国際調査で引用された文献 1 より進歩性を有しない。偏波依存性を無くするために偏波を分離して同一の偏波として素子に入射させる構成は、文献 4－6 に記載のように周知である。そして、文献 1 の発明において、前記周知技術を適用することは、当業者にとって容易である。」旨を指摘された。

5－2. そこで、出願人は、本答弁書とともに補正書を提出して、明細書及び請求の範囲の補正を行い、上記文献 1－6 の開示技術と本願のとの相違点を明確にした。

すなわち、本願の請求の範囲第 1 項に係る光周波数コム発生器は、所定の周波数の変調信号を発振する発振手段と、互いに平行な入射側反射鏡及び出射側反射鏡から構成され、入射側反射鏡を介して入射された光を往路方向又は復路方向へ伝搬させることにより共振させる共振手段と、上記入射側反射鏡と上記出射側反射鏡との間に配され、上記発振手段から供給された上記変調信号に応じて上記共振手段において共振された光の位相を変調し、上記入射された光の周波数を中心としたサイドバンドを上記変調信号の周波数の間隔で生成する光変調手段とを備え、上記光変調手段は、少なくとも電気光学効果を有する基板に形成された光導波路と、上記光導波路上に形成され上記発振手段から発振された変調信号を往路方向又は復路方向へ伝搬させるための電極からなり、上記往路方向へ伝搬する光の位相を上記往路方向へ伝搬する変調信号によって変調し、また、上記復路方向へ伝搬する光の位相を上記復路方向へ伝搬する変調信号によって変調することを特徴とする。

また、本願の請求の範囲第 8 項に係る光変調器は、所定の周波数の変調信号を発振する発振手段と、何れか一の端面を介して入射された光を往路方向又は復路方向へ伝搬させる光伝搬手段と、上記端面間に配され、上記発振手段から供給された上記変調信号に応じて上記伝搬する光の位相を変調する光変調手段とを備え、

上記光変調手段は、少なくとも電気光学効果を有する基板に形成された光導波路と、上記光導波路上に形成され上記発振手段から発振された変調信号を往路方向又は復路方向へ伝搬させるための電極からなり、上記往路方向へ伝搬する光の位相を上記往路方向へ伝搬する変調信号によって変調し、また、上記復路方向へ伝搬する光の位相を上記復路方向へ伝搬する変調信号によって変調することを特徴とする。

さらに、本願の請求の範囲第 13 項に係る光変調器は、上述した問題点を解決するために、所定の周波数の変調信号を発振する発振手段と、何れか一の端面を介して入射された光を往路方向又は復路方向へ伝搬させる光伝搬手段と、上記光伝搬手段を含む光路上にある少なくとも 1 つの反射鏡からなり、入射端側から光路方向へ伝搬する光を入射側に戻す光反射手段と、入射端と上記反射鏡との間に配され、上記発振手段から供給された上記変調信号に応じて上記伝搬する光の位相を変調する光変調手段とを備え、上記光変調手段は、少なくとも電気光学効果を有する基板に形成された光導波路と、上記光導波路上に形成され上記発振手段から発振された変調信号を往路方向又は復路方向へ伝搬させるための電極からなり、上記往路方向へ伝搬する光の位相を上記往路方向へ伝搬する変調信号によって変調し、また、上記復路方向へ伝搬する光の位相を上記復路方向へ伝搬する変調信号によって変調することを特徴とする。

このような構成の光周波数コム発生器並びに光変調器では、導波路を往路方向へ伝搬する光のみならず、復路方向へ伝搬する光についても位相変調を施すことができるため変調効率を増加させることができる。

また、本願の請求の範囲第 9 項に係る光変調器は、入射すべき光を偏光方向に応じて分離する分離手段と、上記分離された各光の偏光方向を同一方向へ制御する偏光制御手段と、所定の周波数の変調信号を発振する発振手段と、何れか一の端面を介して入射された光を往路方向又は復路方向へ伝搬させる光伝搬手段と、上記端面間に配され、上記発振手段から供給された上記変調信号に応じて上記伝搬する光の位相を変調する光変調手段とを備え、上記光変調手段は、少なくとも

電気光学効果を有する基板に形成された光導波路と、上記光導波路上に形成され上記発振手段から発振された変調信号を往路方向又は復路方向へ伝搬させるための電極からなり、上記往路方向へ伝搬する光の位相を上記往路方向へ伝搬する変調信号によって変調し、また、上記復路方向へ伝搬する光の位相を上記復路方向へ伝搬する変調信号によって変調することを特徴とする。

また、本願の請求の範囲第 11 項に係る光変調器は、上述した問題点を解決するために、入射すべき光を偏光方向に応じて分離する分離手段と、上記分離された各光の偏光方向を同一方向へ制御する偏光制御手段と、所定の周波数の変調信号を発振する発振手段と、互いに平行な反射鏡から構成され、上記偏光制御手段から互いに異なる角度で何れか一の反射鏡を介して入射された光を往路方向又は復路方向へ伝搬させることにより共振させる共振手段と、上記発振手段から供給された上記変調信号に応じて上記共振手段において共振された光の位相を変調する光変調手段とを備え、上記光変調手段は、少なくとも電気光学効果を有する基板に形成された光導波路と、上記光導波路上に形成され上記発振手段から発振された変調信号を往路方向又は復路方向へ伝搬させるための電極からなり、上記往路方向へ伝搬する光の位相を上記往路方向へ伝搬する変調信号によって変調し、また、上記復路方向へ伝搬する光の位相を上記復路方向へ伝搬する変調信号によって変調することを特徴とする。

このような構成の光変調器では、仮に光伝搬手段を構成する材料の屈折率や変調効率がある特定の偏光方向に強く依存する場合に、当該偏光方向に応じて光分離手段において分離された各光の偏光方向を同一方向に制御することができる。しかも、導波路を往路方向へ伝搬する光のみならず、復路方向へ伝搬する光についても位相変調を施すことができるため変調効率を増加させることができる。これにより、供給される光がいかなる偏光成分を有する場合であっても、これに依存することなく高効率な位相変調を実現させることができる。

すなわち、上記本願の請求の範囲 1-13 に係る発明の共通事項として、少なくとも電気光学効果を有する基板に形成された光導波路と、上記光導波路上に形

成され上記発振手段から発振された変調信号を往路方向又は復路方向へ伝搬させるための電極からなり、上記往路方向へ伝搬する光の位相を上記往路方向へ伝搬する変調信号によって変調し、また、上記復路方向へ伝搬する光の位相を上記復路方向へ伝搬する変調信号によって変調する光変調手段を備える点を上記補正により限定した。

5-3. 上述の如き本願発明に対し、文献1に示された光コム発生器は、往路方向に進行する変調信号によって往路方向に進行する光を変調する、一般的な進行波型変調器である。新しい請求の範囲1に示された変調器は、往路方向に伝搬する光を往路方向に伝搬する変調信号で変調し、復路方向に伝搬する光を復路方向に伝搬する変調信号で変調する、往復型の変調器であり、文献1の進行波型変調器とは異なる。

また、文献2に記載された印加電気信号のタイミングを調整する方法は、往路方向に伝搬する光を、往路方向に伝搬する印加電気信号と復路方向に伝搬する印加電気信号の合成波で変調するためのものであるため、往路方向に伝搬する光を往路方向に伝搬する電気信号でのみ変調し、また復路方向に伝搬する光を復路方向に伝搬する電気信号でのみ変調する光周波数コム発生器には適用できない。復路伝搬する電気信号が変調する光の進む方向が文献2と本発明では全く正反対であるため、全く異なる変調方式である。

上述の如く本願の請求の範囲1-13に係る発明は、共通事項である光変調手段において、導波路を往路方向へ伝搬する光のみならず、復路方向へ伝搬する光についても位相変調を施すことができるため変調効率を増加させることができるものであって、共通事項である光変調手段の構成及び機能に本願独自の技術的特徴を有するものである。

上記文献1-6には、本願発明の技術的特徴である光変調手段の構成及び機能、すなわち、少なくとも電気光学効果を有する基板に形成された光導波路と、上記光導波路上に形成され上記発振手段から発振された変調信号を往路方向又は復路方向へ伝搬させるための電極からなり、上記往路方向へ伝搬する光の位相を上記

往路方向へ伝搬する変調信号によって変調し、また、上記復路方向へ伝搬する光の位相を上記復路方向へ伝搬する変調信号によって変調する点について、開示あるいは示唆するような記載は、全く含まれていない。

上述の如き本願の請求の範囲 1 - 1 3 に係る発明は、発明の単一性の要件を満たすものであると思料する。

また、本願の請求の範囲 1 - 1 3 に係る発明は、本願独自の構成及び作用効果を有するものであって、新規性及び進歩性を有するものであると思料する。

10/579262

JAPG Rec'd PCT/PTO 10 MAY 2006

1

Reply

To: Hon. Commissioner, Patent Office

1. Indication of the International Application

PCT/JP2004/016325

2. Applicant

Name: OPTICAL COMB INSTITUTE, INC

Address: Tokyo Institute of Technology Incubation Center,  
1-381, Ishikawacho, Oota-ku,  
TOKYO 145-0061 JAPAN

Nationality: JAPAN

3. Agent

Name: (6773) Patent Attorney KOIKE Akira

Address: 11th Floor, Yamato Seimei Bldg., 1-7, Uchisaiwai-cho  
1-chome, Chiyoda-ku, TOKYO 100-0011 JAPAN

4. Date of Notification 22. 02. 2005

5. Contents of Reply

5-1 In an opinion dated 22.02.2005, the Examiner expressed an opinion that the claims 4 to 7 and the claims 9 to 12 do not meet the unity of the invention.

Specifically, the following has been pointed out: "It may be recognized that the common matter of the inventions pertaining to claims 1 to 12 resides in 'including oscillation means oscillating a modulating signal of a preset frequency and



modulating means for phase-modulating the light by the modulating signal.’

“However, this common matter is described in for example JP8-166610A and publicly known, so that the common matter cannot be recognized to be a technical feature contributing to the prior art.

“It is recognized that the ‘special technical feature’ of claims 4 to 7 resides in a ‘optical frequency comb generator including means for reflecting the modulating signal’, while the ‘special technical feature’ of claims 9 to 12 resides in ‘an optical modulator including separating means for separating in dependence upon the direction of light polarization and polarization control means for controlling the directions of polarization of light components, obtained on separation, to the same direction of polarization’. Since these inventions are not technically related such as to contain one or more of the same or corresponding special technical feature, the inventions are not recognized to be related such as to form a sole general inventive concept.”

In the above opinion, the Examiner also cited

Publication 1: JP8-166610A

Publication 2: JP11-182858A

Publication 3: JP2003-228033A

Publication 4: JP5-323265A

Publication 5: JP7-159820A

Publication 6: JP2002-156669A

and expressed an opinion, in connection with the present application, that claims 1-3 and 8 lack in novelty, while claims 1-12 lack in inventive step.

Specifically, the Examiner pointed out: 'The inventions stated in claims 1 to 3 and 8 lack in inventive step from the Publication 1 cited in the international search report. The inventions stated in claims 1 to 3 and 8 have already been disclosed in Publication 1'.

The Examiner also pointed out: 'The inventions stated in claims 4-5 lack in inventive step from Publications 1 and 2 cited in the international search report. Those skilled in the art may readily apply to the invention of Publication 1 the method for adjusting the timing of the applied electrical signal described in Publication 2.'

The Examiner also pointed out: 'the inventions stated in claims 6-7 lack in inventive step from Publications 1 and 3 cited in the international search report. Those skilled in the art may readily apply to the invention of Publication 1 the configuration of reflection by the free end as stated in Publication 3.'

Moreover, the Examiner pointed out: 'The inventions stated in claims 9-12 lack in inventive step from Publication 1 cited in the international search report. The configuration of separating the polarized wave for eliminating the polarization dependency to cause the light of a sole polarized wave to fall on a device is well-known from the Publications 4 to 6. Those skilled in the art may readily apply the above known technique to the invention of Publication 1.

5-2 Hence, the Applicant submits an amendment with the present reply to correct the specification and the claims to clarify the difference of the present application from the technique disclosed in the Publications 1-6.

That is, the optical frequency comb generator according to claim 1 of the present application comprises oscillation means for oscillating a modulating signal of a preset frequency, resonator means composed of a light incident side reflecting mirror and a light exiting side reflecting mirror, parallel to the light incident side reflecting mirror, and configured for propagating light incident via the light incident side reflecting mirror in the outward path direction or in the backward path direction for causing the resonant state of the incident light, and optical modulating means arranged between the light incident side reflecting mirror and the light exiting side reflecting mirror, for phase-modulating the light resonant in the resonator means responsive to the modulating signal supplied from the oscillation means, for generating a plurality of sidebands spaced apart from one another by an interval corresponding to the frequency of the modulating signals, with the frequency of the incident light as center. The optical modulating means includes at least a light waveguide path, formed on a substrate exhibiting an electro-optical effect, and an electrode formed on the light waveguide path for propagating the modulating signal, oscillated by the oscillation means, in the outward path direction or in the backward path direction. The modulating signal propagated in the outward path direction phase-modulates the light propagated in the outward path direction

and the modulating signal propagated in the backward path direction phase-modulates the light propagated in the backward path direction.

The optical modulator according to claim 8 of the present application comprises oscillation means for oscillating a modulating signal of a preset frequency, light propagating means for propagating the light incident on one end face thereof in the outward path direction or in the backward path direction, and optical modulating means arranged between the end faces for phase-modulating the propagated light in dependence upon the modulating signal supplied from the oscillation means. The optical modulating means includes at least a light waveguide path, formed on a substrate exhibiting an electro-optical effect, and an electrode formed on the light waveguide path for propagating the modulating signal, oscillated by the oscillation means, in the outward path direction or in the backward path direction. The modulating signal propagated in the outward path direction phase-modulates the light propagated in the outward path direction and the modulating signal propagated in the backward path direction phase-modulates the light propagated in the backward path direction.

For accomplishing the above object, the optical modulator according to claim 13 of the present application comprises oscillation means for oscillating a modulating signal of a preset frequency, light propagating means for propagating the light incident on one end face thereof in the outward path direction or in the backward path direction, light reflecting means including at least one reflecting

mirror provided on a light path inclusive of the light propagating means, the light reflecting means returning the light propagated from the light incident side in the light path direction to the light incident side, and optical modulating means arranged between the light incident side and the reflecting mirror and adapted for phase-modulating the propagated light depending on the modulating signal supplied from the oscillation means. The optical modulating means includes at least a light waveguide path, formed on a substrate exhibiting an electro-optical effect, and an electrode formed on the light waveguide path for propagating the modulating signal, oscillated by the oscillation means, in the outward path direction or in the backward path direction. The modulating signal propagated in the outward path direction phase-modulates the light propagated in the outward path direction and the modulating signal propagated in the backward path direction phase-modulates the light propagated in the backward path direction.

With the optical frequency comb generator and the optical modulator, phase modulation may be applied not only to the light propagated through the waveguide path in the outward path direction but also in the backward path direction, thereby increasing the modulation efficiency.

The optical modulator according to claim 9 of the present application comprises separating means for separating the incident light depending on the directions of polarization, polarized light control means for controlling the directions of polarization of light components, obtained on separation to the same

direction, oscillation means for oscillating a modulating signal of a preset frequency, light propagating means for propagating the light incident on one end face thereof in the outward path direction or in the backward path direction, and optical modulating means arranged between the end faces for phase-modulating the propagated light in dependence upon the modulating signal supplied from the oscillating means. The optical modulating means includes at least a light waveguide path, formed on a substrate exhibiting an electro-optical effect, and an electrode formed on the light waveguide path for propagating the modulating signal, oscillated by the oscillation means, in the outward path direction or in the backward path direction. The modulating signal propagated in the outward path direction phase-modulates the light propagated in the outward path direction and the modulating signal propagated in the backward path direction phase-modulates the light propagated in the backward path direction.

The optical modulator according to claim 11 of the present application comprises separating means for separating the incident light depending on the directions of polarization, polarized light control means for controlling the directions of polarization of light components obtained on separation, to the same direction of polarization, oscillation means for oscillating a modulating signal of a preset frequency, resonator means made up of reflecting mirrors placed parallel to each other, and configured for propagating light incident at respective different angles from the polarization control means via one of the reflecting mirrors in the

outward path direction or in the backward path direction for causing the resonant state, and optical modulating means for phase-modulating the light caused to be resonant in the resonance means, responsive to the modulating signal supplied from the oscillation means. The optical modulating means includes at least a light waveguide path, formed on a substrate exhibiting an electro-optical effect, and an electrode formed on the light waveguide path for propagating the modulating signal, oscillated by the oscillation means, in the outward path direction or in the backward path direction. The modulating signal propagated in the outward path direction phase-modulates the light propagated in the outward path direction and the modulating signal propagated in the backward path direction phase-modulates the light propagated in the backward path direction.

With the optical modulator, in case the refractive index or the modulation efficiency of a material forming light propagation means is strongly dependent on a particular direction of polarization, the directions of polarization of light components, obtained on separation by the light separating means, may be controlled to the same direction of polarization. Moreover, since the phase modulation may be applied not only to light propagated in the outward path direction, but also to the backward path direction, the modulation efficiency may be improved, so that the phase modulation may be carried out to high efficiency without dependency on what polarized light component is contained in the input light.

That is, restriction has been made, concerning the common matter of the invention pertaining to the claims 1-13 of the present application, to the fact that the optical modulating means includes at least a light waveguide path, formed on a substrate exhibiting the electro-optical effect, and an electrode formed on the light waveguide path for propagating the modulating signal, oscillated by the oscillation means, in the outward path direction or in the backward path direction, and that the modulating signal propagated in the outward path direction phase-modulates the light propagated in the outward path direction, while the modulating signal propagated in the backward path direction phase-modulates the light propagated in the backward path direction.

5-3. In contradistinction from the present invention, described above, the optical comb generator shown in Publication 1 is a routine progressive wave type modulator for modulating the light proceeding in the outward path direction by a modulating signal proceeding in the outward path direction. The modulator shown in the new claim 1 is a reciprocating type modulator in which light propagated in the outward path direction is modulated by a modulating signal propagated in the outward path direction and in which the light propagated in the backward path direction is modulated by a modulating signal propagated in the outward path direction. Hence, the modulator differs from the progressive wave type modulator shown in Publication 1.

The method for adjusting the timing of an applied electrical signal, disclosed



in Publication 2, modulates the light, propagated in the outward path direction, with an electrical signal synthesized from the electrical signal propagated in the outward path direction and the electrical signal propagated in the backward path direction. Thus, the method cannot be applied to the optical frequency comb generator which modulates light propagated in the outward path direction only with the electrical signal propagated in the outward path direction and which modulates light propagated in the backward path direction only with the electrical signal propagated in the backward path direction. The two modulation systems are totally different from each other because the proceeding direction of light modulated by the electrical signal propagated in the backward path direction in Publication 2 is directly opposite to that in the present invention.

In the invention of claims 1 to 13 of the present application, phase modulation in the optical modulating means, as common matter, may be applied not only to light propagated through the waveguide path in the outward path direction but also to light propagated therethrough in the backward path direction, thus increasing the modulation efficiency. The configuration and the function of the optical modulating means, as common matter, have a unique technical feature innate to the present application.

The Publications 1-6 fail to disclose or even suggest the configuration and function of optical modulating means, as a technical feature of the present application, that is, the fact that the optical modulating means includes at least a

light waveguide path, formed on a substrate exhibiting electro-optical effect, and an electrode formed on the light waveguide path for propagating the modulating signal, oscillated by the oscillation means, in the outward path direction or in the backward path direction, and that the modulating signal propagated in the outward path direction phase-modulates the light propagated in the outward path direction and the modulating signal propagated in the backward path direction phase-modulates the light propagated in the backward path direction.

It is believed that the inventions of claims 1-13 of the present application, described above, satisfy the requirement for unity of the invention.

It is also believed that the inventions of claims 1-13 of the present application have the configuration and the operation as well as effect peculiar to the present application and exhibit novelty and inventive step.